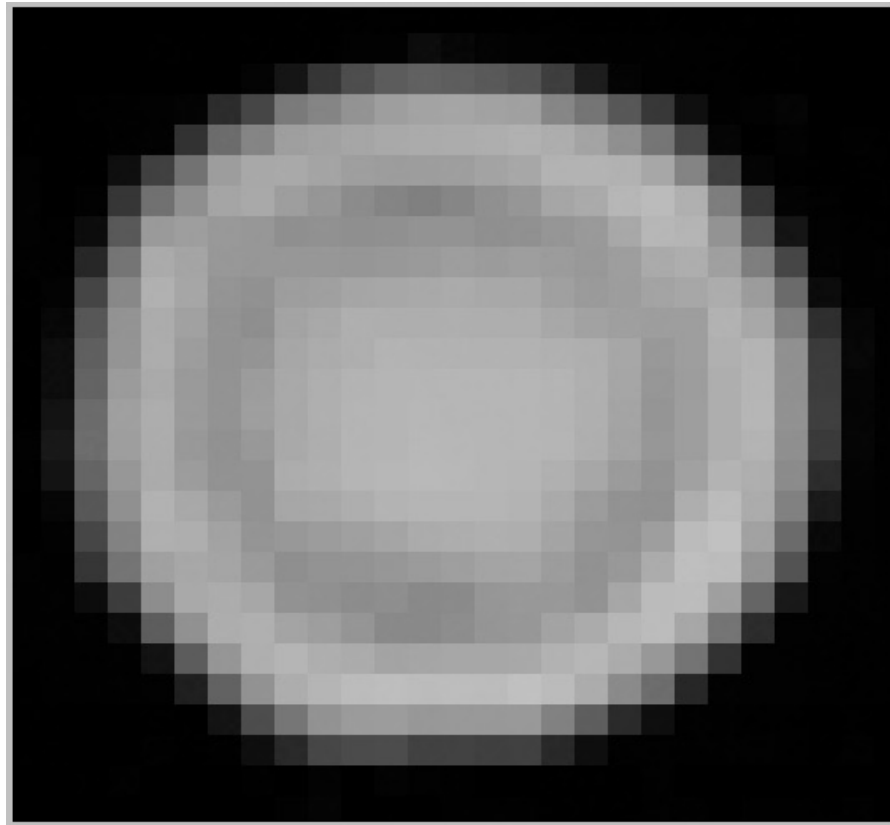




Проблема шаровой молнии и её связь с проблемой холодного ядерного синтеза.

Анатолий И. Никитин

Институт энергетических проблем
химической физики им. В.Л.
Тальрозе, РАН



Вид шаровой молнии.

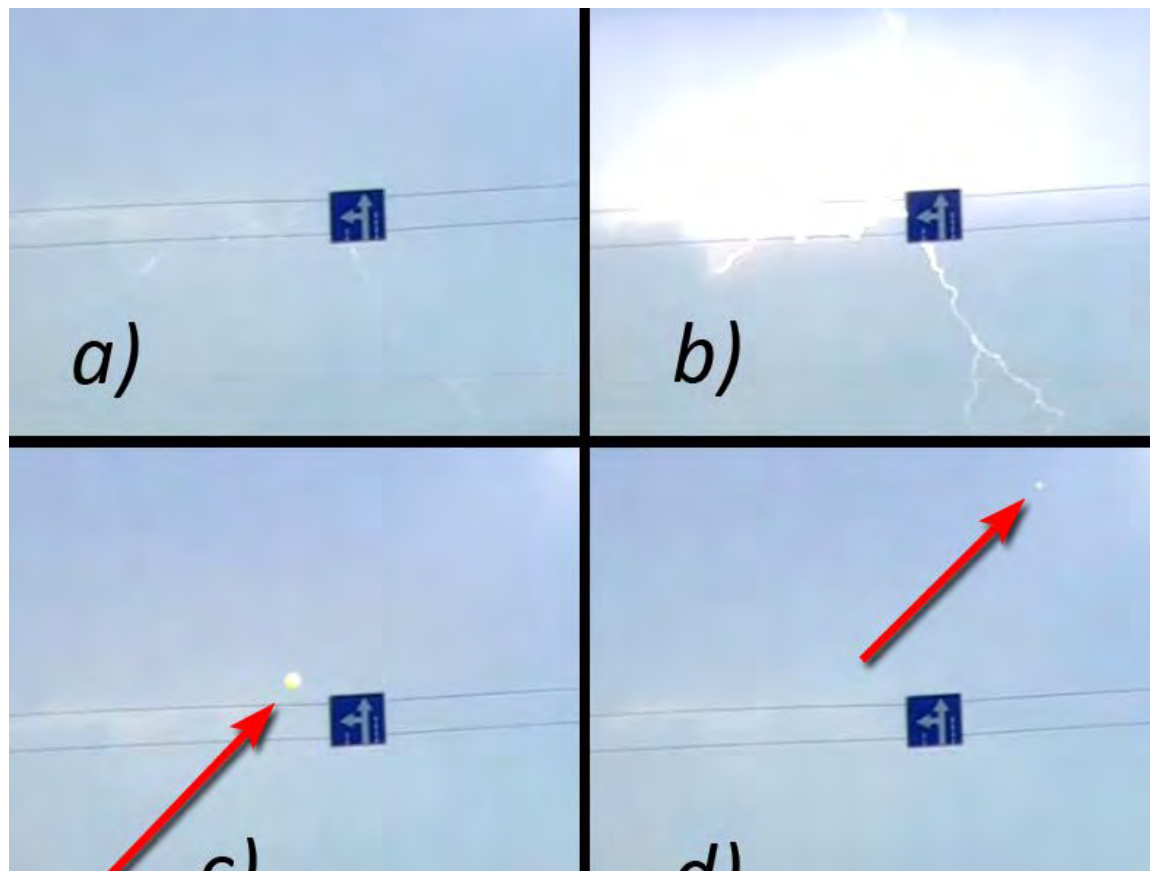
Видны ядро и оболочка



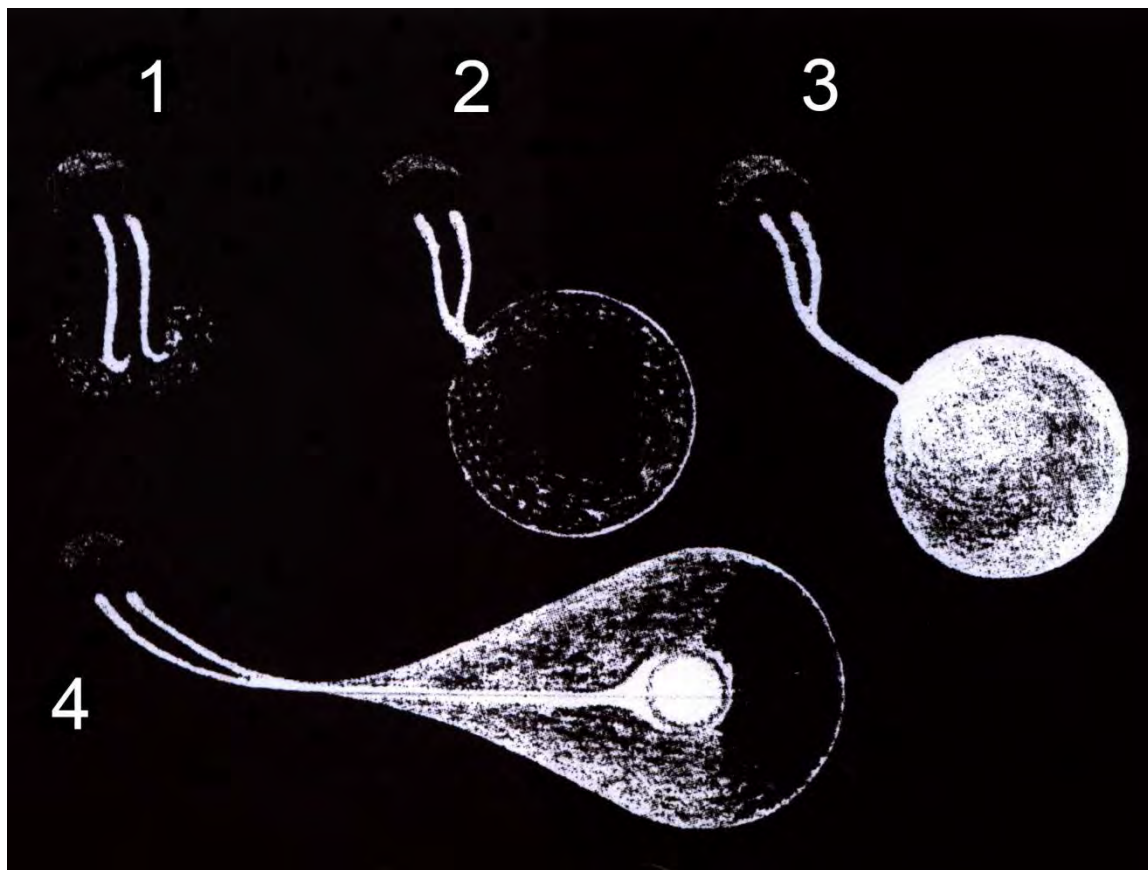
Шаровая молния, образовавшаяся
вблизи канала линейной молнии



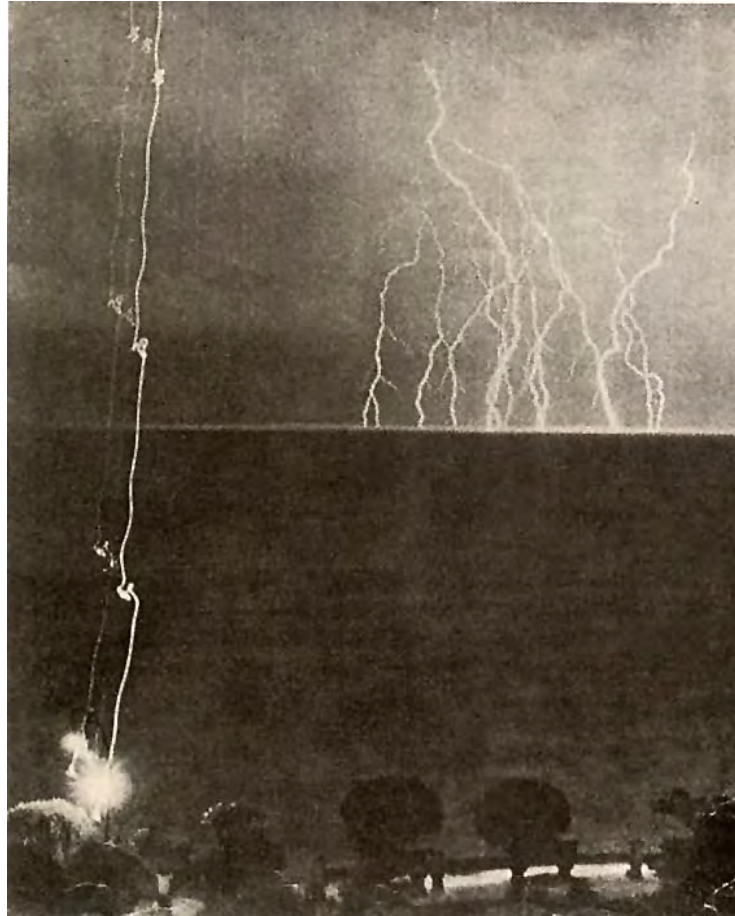
Место наблюдения шаровой молнии в августе 2022 года в Тюмени. URL (31.08.2022)
<https://rutube.ru/video/cef51a778cd2419e0220d4f95ec29178/>



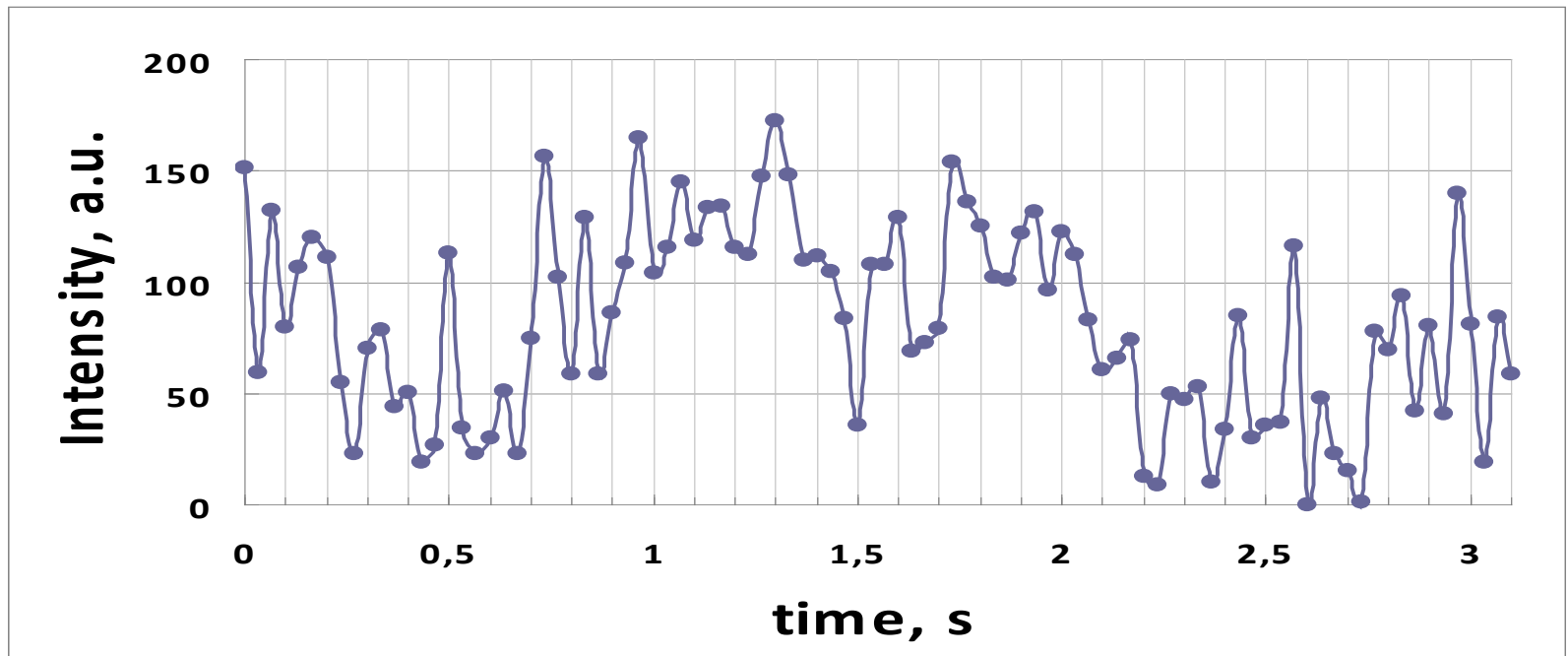
Кадры съёмки шаровой молнии. *a)* Вид перед вспышкой молнии. *b)* Вспышка молнии. *c)* Появление шаровой молнии. Период следования этих трёх кадров – $1/30$ секунды. *d)* Положение шаровой молнии через 12 секунд.



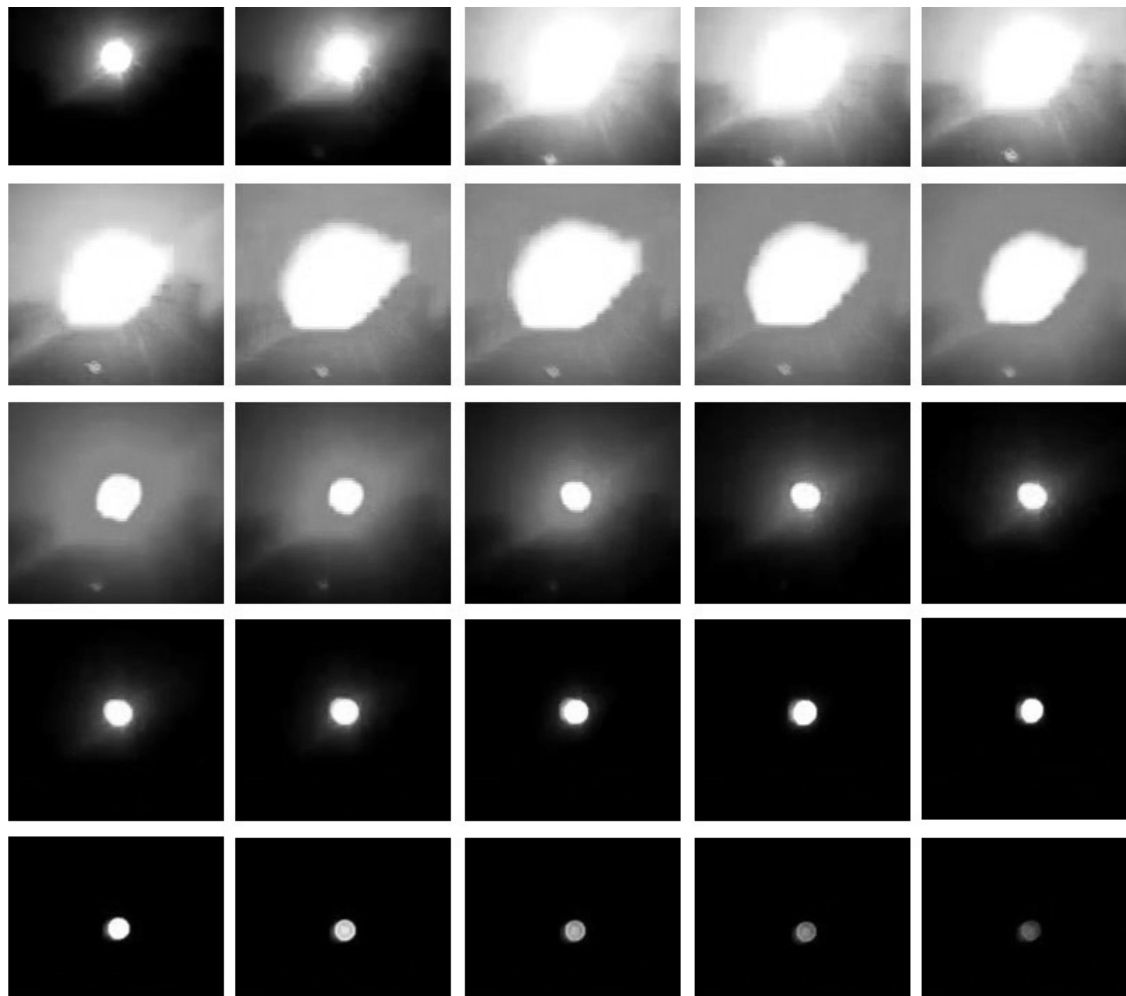
Шаровая молния второго типа, образовавшаяся вдали от линейной молнии. Процесс образования длится несколько секунд



Шаровая молния спускается вниз, двигаясь в направлении вектора электрического поля облака. Несколько раз падение останавливается из-за действия осциллирующего электрического поля разряда линейной молнии. Вывод: шаровая молния имеет положительный электрический заряд.



Интенсивность свечения шаровой молнии беспорядочно осциллирует. Иногда она перестаёт светить несколько секунд. Это может интерпретироваться как существование “чёрных” шаровых молний или возникновение из “ниоткуда”.



Иногда перед исчезновением шаровая молния испускает вспышку света и импульс радиочастотного излучения. Процесс вспышки длится 8 кадров (0.25 секунды).



Шаровая молния испарила золотую цепочку на шее мужчины. Для этого требуется энергия около 40 кДж. Мощность радиоизлучения была не меньше 200 кВт.



Шаровая молния, лежащая на снегу.

Шаровая молния, лежащая на снегу.

- После исчезновения шаровой молнии, упавшей на снег, не обнаружено следов таяния снега. Возможная причина этого – радиоизлучение, генерируемое шаровой молнией, не поглощается снегом. Проведён опыт: коробка со снегом в течение 30 секунд находилась внутри микроволновой печи с мощностью 850 Вт. Снег не растаял. Микроволновая печь работает на длине волны 12.25 см. Вероятно, что шаровая молния излучает в диапазоне от 1 до 10 см.

Энергия шаровой молнии

- Отношение к шаровой молнии кардинально изменилось после публикации в газете “Daily Mail” сообщения о том, что шаровая молния, упавшая в бочонок с 18 литрами воды, вскипятила воду. На основе этого была вычислена плотность энергии шаровой молнии. Она оказалась равной 10^{10} Дж/м³. После этого наблюдались другие случаи падения шаровой молнии в сосуд с водой. Они подтвердили факт большого удельного энергосодержания шаровой молнии. Другой вывод из этих наблюдений: шаровая молния способна передавать энергию жидкой воде.



Взрыв шаровой молнии внутри деревянного дома привёл к разрушению крыши, вырыванию ставен и выпадению стены. Листы шифера на крыше вырваны с гвоздями, но остались целыми.



Стена, выпавшая из дома.



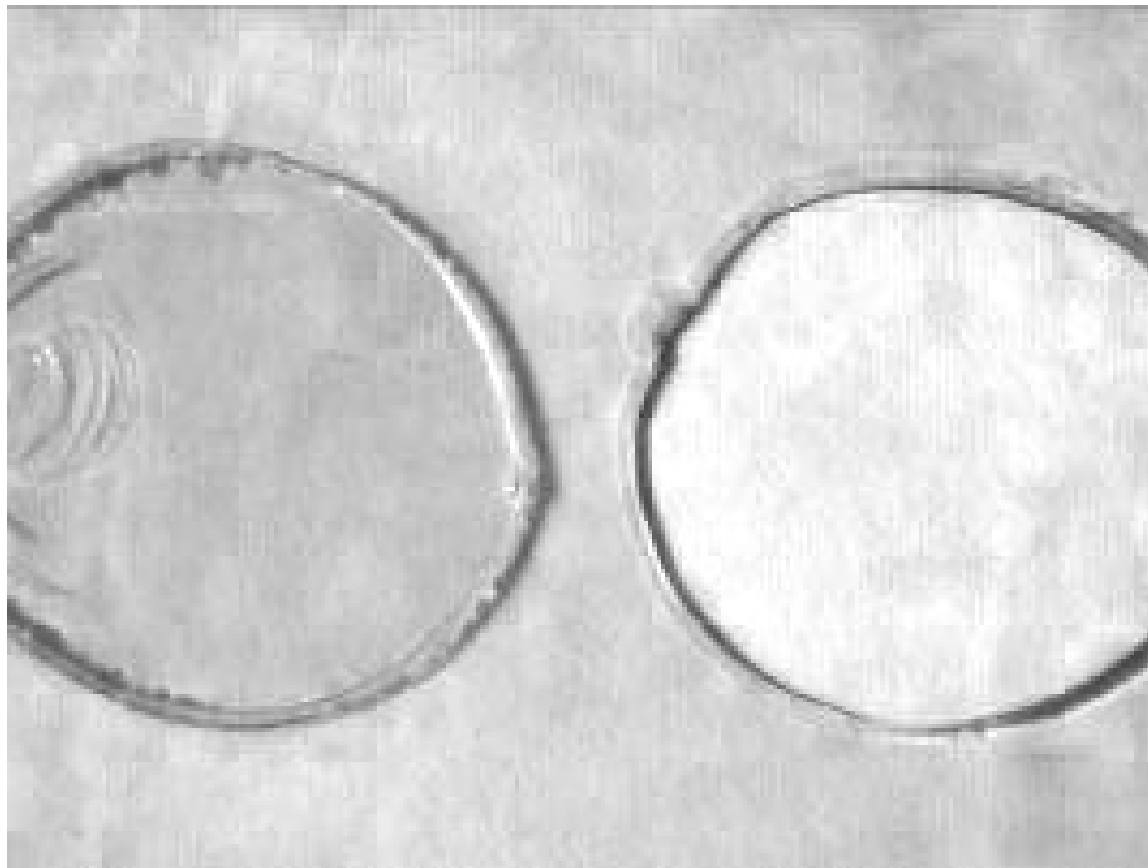
Результат взрыва шаровой молнии
внутри дома

Взрыв шаровой молнии

- Аналогичный случай результата взрыва шаровой молнии. Стена не разрушена, а плавно смещена. В обоих случаях внутри дома рядом с взорвавшейся шаровой молнией находились люди. Они остались живы. Возможная причина разрушения домов – из-за расталкивания заряда шаровой молнии, осевшего на стены комнаты. Расчёты подтверждают это предположение.



Двигаясь вдоль ствола дерева, шаровая молния отрывает от него полосу коры. Расчёт показывает, что это можно объяснить вскипанием сока под действием радиочастотного излучения шаровой молнии. При этом её поверхность остаётся холодной. В противном случае она должна была расплавить капроновую верёвку.



Шаровая молния может вырезать в стекле отверстия диаметром от 5 до 30 сантиметров. При этом иногда в оставшемся стекле не возникает трещин. Это происходит из-за быстрого объёмного нагрева стекла высокочастотным излучением шаровой молнии.

- Часто свидетели говорят, что шаровая молния способна свободно проходить сквозь оконное стекло, не оставляя в нём следов. Исследуя такое стекло, мы обнаружили в нём зону потемневшего стекла размером около $1 \text{ мм} \times 1.5 \text{ мм}$, в центре которого находилась цилиндрическая каверна диаметром 0.24 мм и глубиной 1 мм . Область стекла вокруг ямки приобрела свойство собирающей линзы с фокусным расстоянием 5 см . Это указывает на то, что процесс прохождения шаровой молнии сопровождался нагревом участка стекла до температуры кипения и образованием в нём небольшого отверстия. При остывании стекла это отверстие частично затянулось. Вывод из этого наблюдения: элементы ядра шаровой молнии имеют размер около одного миллиметра.



След, оставленный шаровой молнией в стекле.
Длина белой полоски 500 мкм.

Случаи действия шаровой МОЛНИИ.

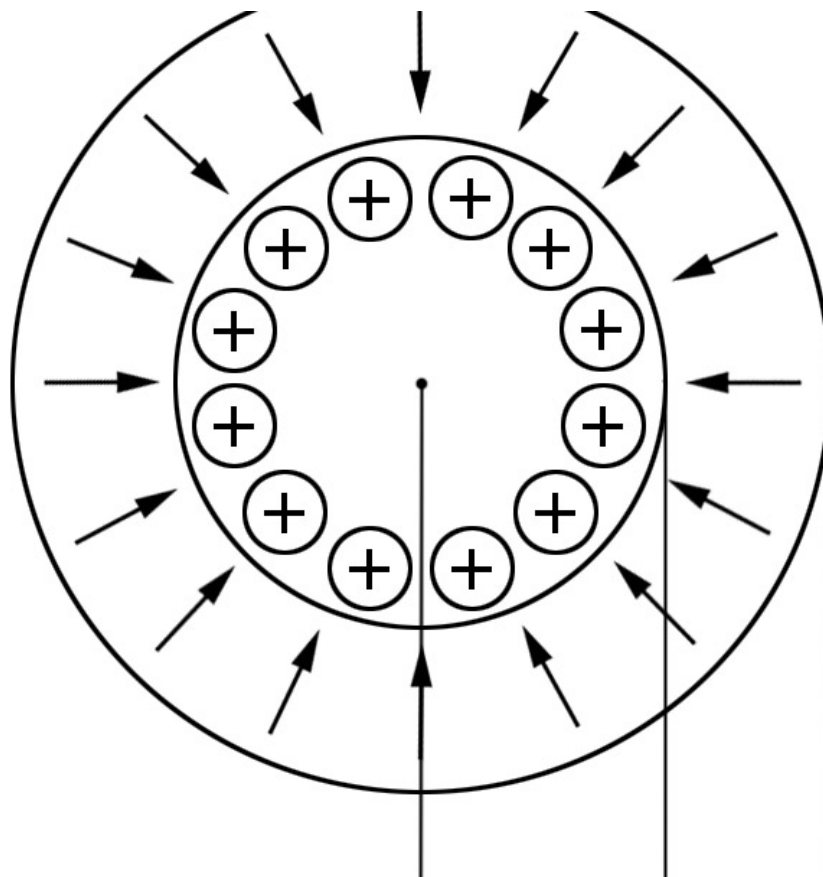
- 1. Шаровая молния приблизилась сверху к двум молодым мужчинам. Они почувствовали тяжесть на своих плечах, словно на них кто-то сел. Потом давление сменилось на противоположное действие: шаровая молния стала тянуть их вверх, отрывая от земли. Это можно объяснить тем, что сначала шаровая молния передала мужчинам часть своего заряда, а затем, когда заряд стёк, стала притягивать их благодаря поляризации их тел.

Случаи действия шаровой молнии.

- 2. Вблизи Петрозаводска шаровая молния, пристроившаяся дизельному локомотиву, в течение часа тянула состав товарных вагонов с выключенным двигателем локомотива. Это можно объяснить тем, что шаровая молния следовала за грозовым облаком, летящим в направлении движения состава.



Взрыв шаровой молнии при столкновении с автомобилем. Вещество ядра шаровой молнии разлетается. Это похоже на разлёт заряженных частиц.



. Модель шаровой молнии. Внутри оболочка находятся носители заряда 1) ионы или 2) структуры из движущихся по орбитам электронов и протонов. Оболочка состоит из поляризованных молекул воды.

Модель структуры шаровой молнии

- Сила кулоновского расталкивания зарядов Q :
- $F_Q = Q^2/8\pi\epsilon_0 R^2$.
- Сила сжатия оболочки поляризованными молекулами воды:
- $F_{sh} = \sigma \cdot a \cdot 4\pi R^2 \text{grad } E = 2 \sigma \cdot a \cdot Q/\epsilon_0 R$.
- Здесь R – радиус внутренней поверхности оболочки, a – толщина оболочки, σ – плотность зарядов диполей воды на поверхности сферы, E – напряжённость электрического поля на расстоянии R . При полной поляризации молекул $\sigma = 1 \text{ Кл/м}^2$.

Модель структуры шаровой молнии

- Условие полной поляризации молекул воды:
- $E > E_{\min} = 3k_B T / p_w$.
- Здесь $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана, $p_w = 6.327 \cdot 10^{-30}$ Кл·м – дипольный момент молекулы воды. При $T = 300$ К $E_{\min} = 2 \cdot 10^9$ В/м.

Модель структуры шаровой молнии

- Определим минимальную величину заряда Q_{\min} , который может находиться внутри оболочки с внутренним радиусом $R = 10$ см и толщиной оболочки a .
- $Q_{\min} = E_{\min} \cdot 4\pi\epsilon_0 R^2 = 2.22 \cdot 10^{-3}$ Кл.

Модель структуры шаровой молнии

- Примем $Q = 2 \cdot 10^{-2}$ Кл. Приравняв F_Q к F_{sh} , находим $a = Q/16\pi R\sigma = 4 \cdot 10^{-3}$ м. Объём оболочки $V_{en} = 4\pi R^2 a = 5 \cdot 10^{-4}$ м³, её масса $m_{en} = 5 \cdot 10^{-1}$ кг, а вес $m_{en} \cdot g = 4,9$ Н. Такая шаровая молния может левитировать в электрическом поле напряжённостью $E_{cl} = m_{en} \cdot g/Q = 245$ В/м. Электрическое поле “хорошей погоды” – около 100 В/м.

Модель структуры шаровой молнии

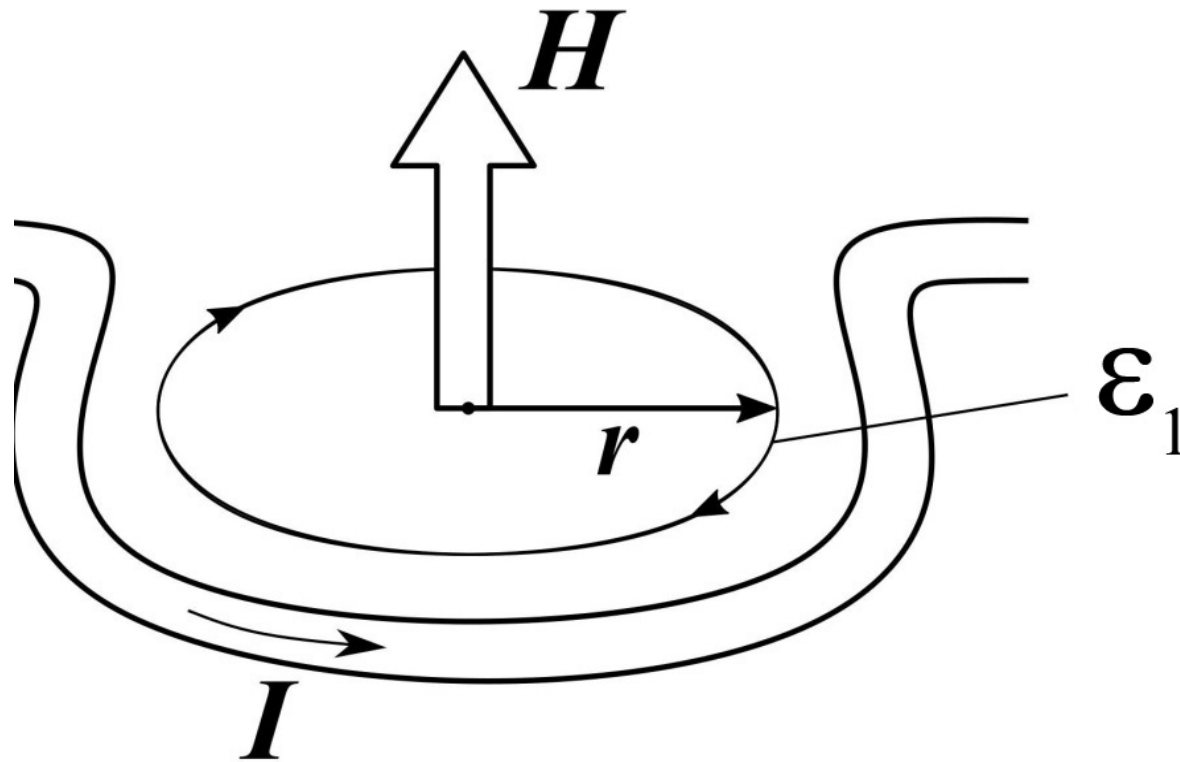
- Этот расчёт применим к шаровой молнии с ядром из неподвижных ионов. В шаровой молнии, у которой носители заряда обладают кинетической энергией, давление на оболочку будет больше, чем рассмотрено выше. Если это дополнительное давление будет в 10 раз больше F_Q , его можно компенсировать, увеличив толщину оболочки в 10 раз, до $a_r = 4 \cdot 10^{-2}$ м.

Модель структуры шаровой молнии

- В этом случае сила давления на стенку сферы будет равна $F_r = 10F_Q = 10 \cdot Q^2 / 8\pi\epsilon_0 R^2 = 0,18 \cdot 10^{10}$ Н. Давление $P_r = F_r / 4\pi R^2 = 1,4 \cdot 10^{10}$ Н/м². Согласно теореме вириала плотность кинетической энергии частиц внутри замкнутого объёма $\rho_E = 3 P_r = 4,2 \cdot 10^{10}$ Дж/м³, что близко к значению плотности энергии природных шаровых молний.
- Объём оболочки такой шаровой молнии $V_r = 4\pi R^2 \cdot a_r = 5 \cdot 10^{-3}$ м³, масса $m_r = 5$ кг, вес $m_r \cdot g = 49$ Н. Она может левитировать в электрическом поле с напряжённостью $E_r = 2460$ В/м.

Модель структуры шаровой молнии

- Расчёт для кластера радиусом $R_c = 50$ мкм $= 5 \cdot 10^{-5}$ м. Минимальный заряд $Q_{cm} = 5,56 \cdot 10^{-10}$ Кл $= 3,475 \cdot 10^9$ элементарных зарядов. Пусть число зарядов будет в 10 раз больше, $Q_c = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Тогда толщина стенки $a_c = 2 \cdot 10^{-6}$ м. Диаметр кластера $D_c = 1,04 \cdot 10^{-4}$ м $= 0,1$ мм.



Образование шаровой молнии

Шаровая молния может появиться
вблизи изгиба канала линейной молнии.

Образование шаровой молнии

- Ультрафиолетовое излучение канала линейной молнии создаёт плазму, которая выталкивается из центра петли высокочастотным излучением канала. Образуется вакуумная полость. Благодаря действию магнитного поля тока молнии и вихревому электрическому полю происходит разделение зарядов и ускорение протонов. Часть электронов покидает место образования. Система приобретает положительный заряд. Вокруг этой области образуется оболочка из воды.

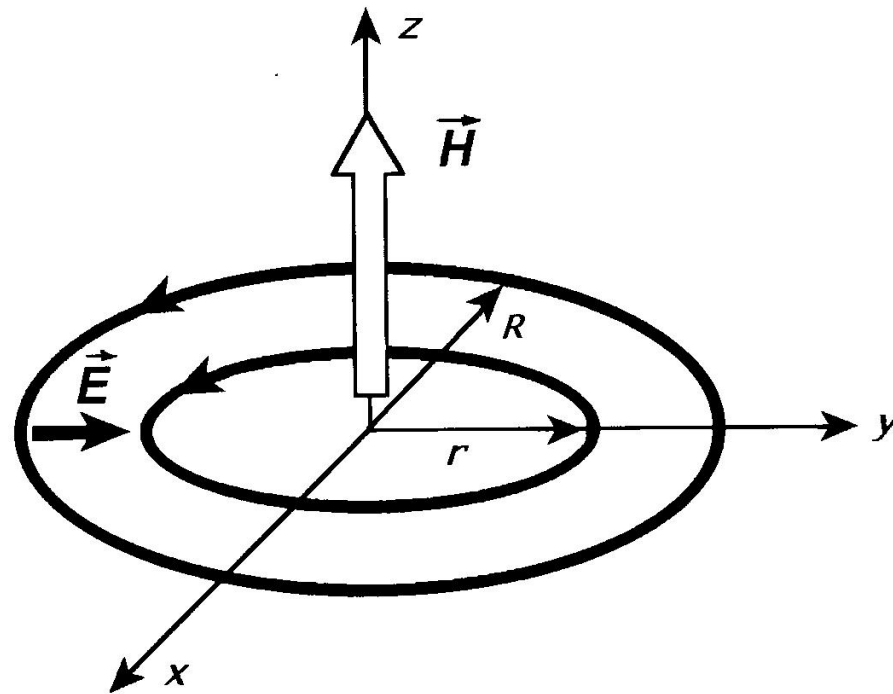


Схема “динамического
электрического конденсатора”.

Динамический электрический конденсатор

- Внутри оболочки образуется система “динамических электрических конденсаторов” – электронов, дрейфующих в скрещенных электрическом и магнитном поле, и протонов, вращающихся вокруг электронного ядра.

Динамический электрический конденсатор

- Количество протонов превышает количество электронов. Поэтому система имеет избыточный положительный заряд. Расширение системы сдерживается давлением оболочки из поляризованных молекул воды.

Электромагнитное излучение шаровой молнии.

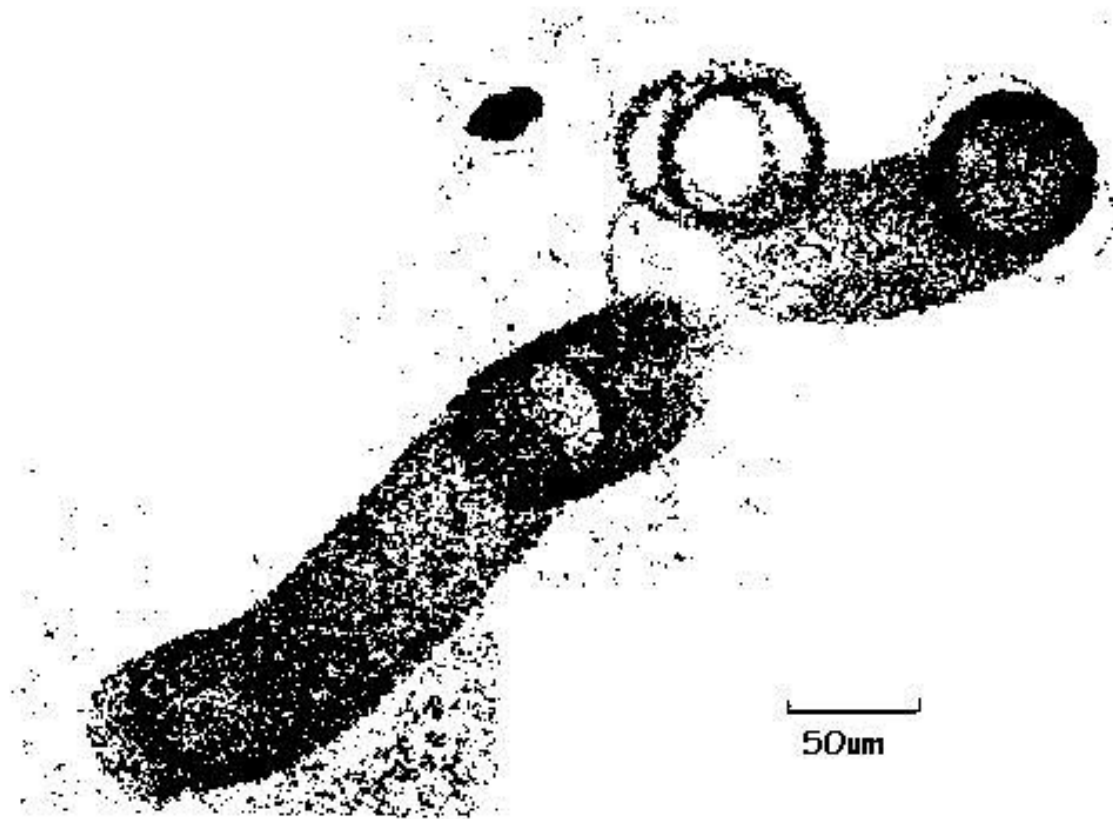
- Электроны, движущиеся по орбите, генерируют электромагнитное излучение. При равномерной расстановке электронов вдоль орбиты излучение отдельного электрона подавляется из-за интерференции. Интенсивность излучения увеличивается при нарушении равномерности расстановки электронов по орбите.

Образование шаровой молнии

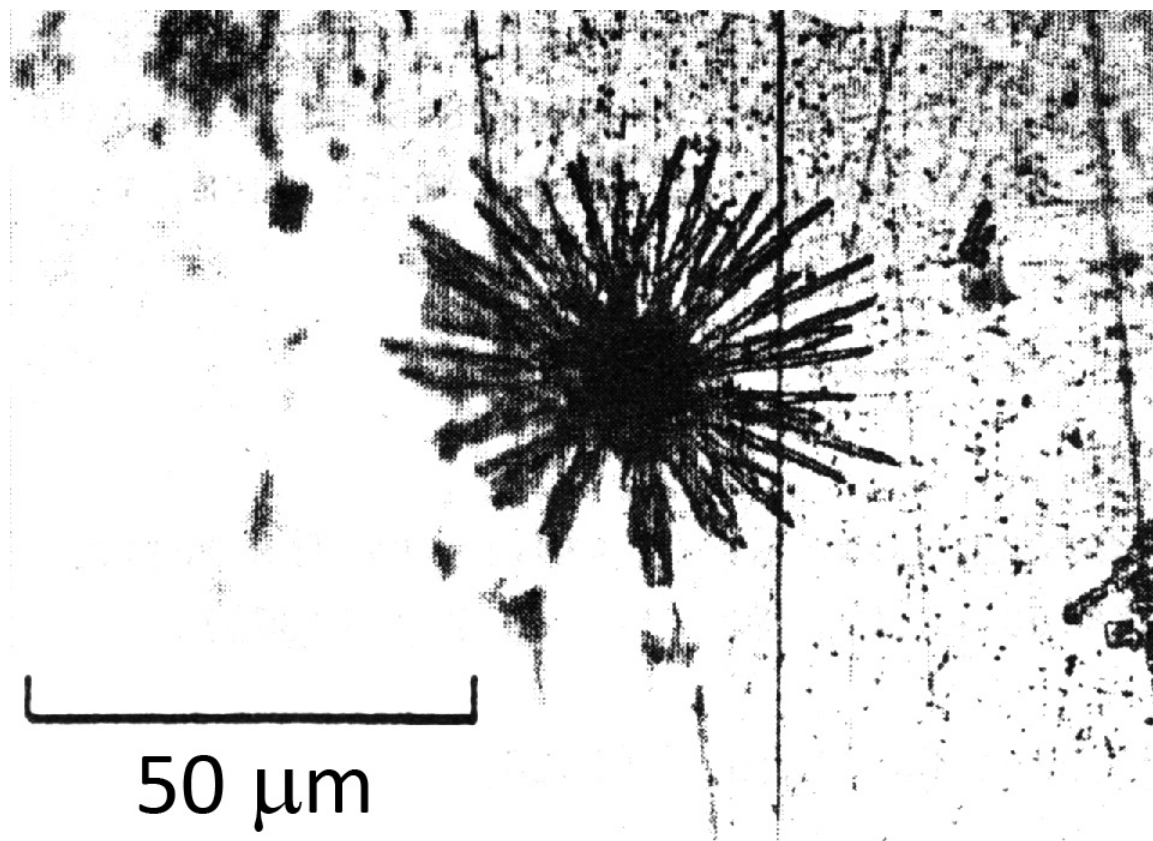
- Шаровые молнии второго типа (с ядром из малоподвижных ионов) образуются при стекании заряда с конденсатора (внешней антенны, линии электропередачи), получившего заряд от молнии. Оболочка образуется из частиц пыли.

Образование шаровой молнии

- Микроразмерные шаровые молнии образуются при протекании сильных токов через электролит. Ионы одного знака собираются около электрода, имея вокруг себя материал (воду) для формирования оболочки. Матсумото получал такие объекты, пропуская ток через раствор карбоната калия. Катодом служили тонкие проволочки. На фотоплёнке появлялись отпечатки круглых объектов. При ударе этих объектов о медную пластину на ней появлялись следы в виде звёзд (по-видимому, от разлетающихся зарядов).

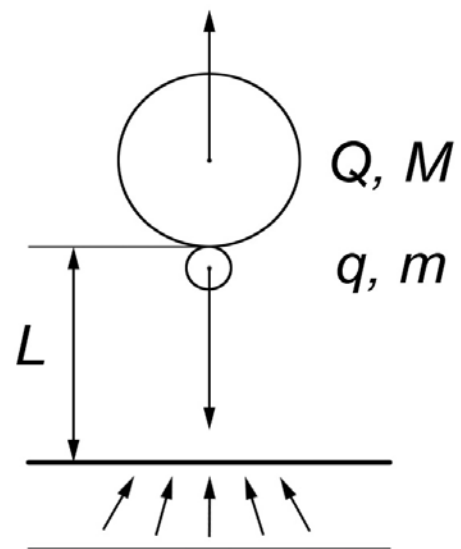


Следы объектов, появляющихся при
электрических разрядах в воде



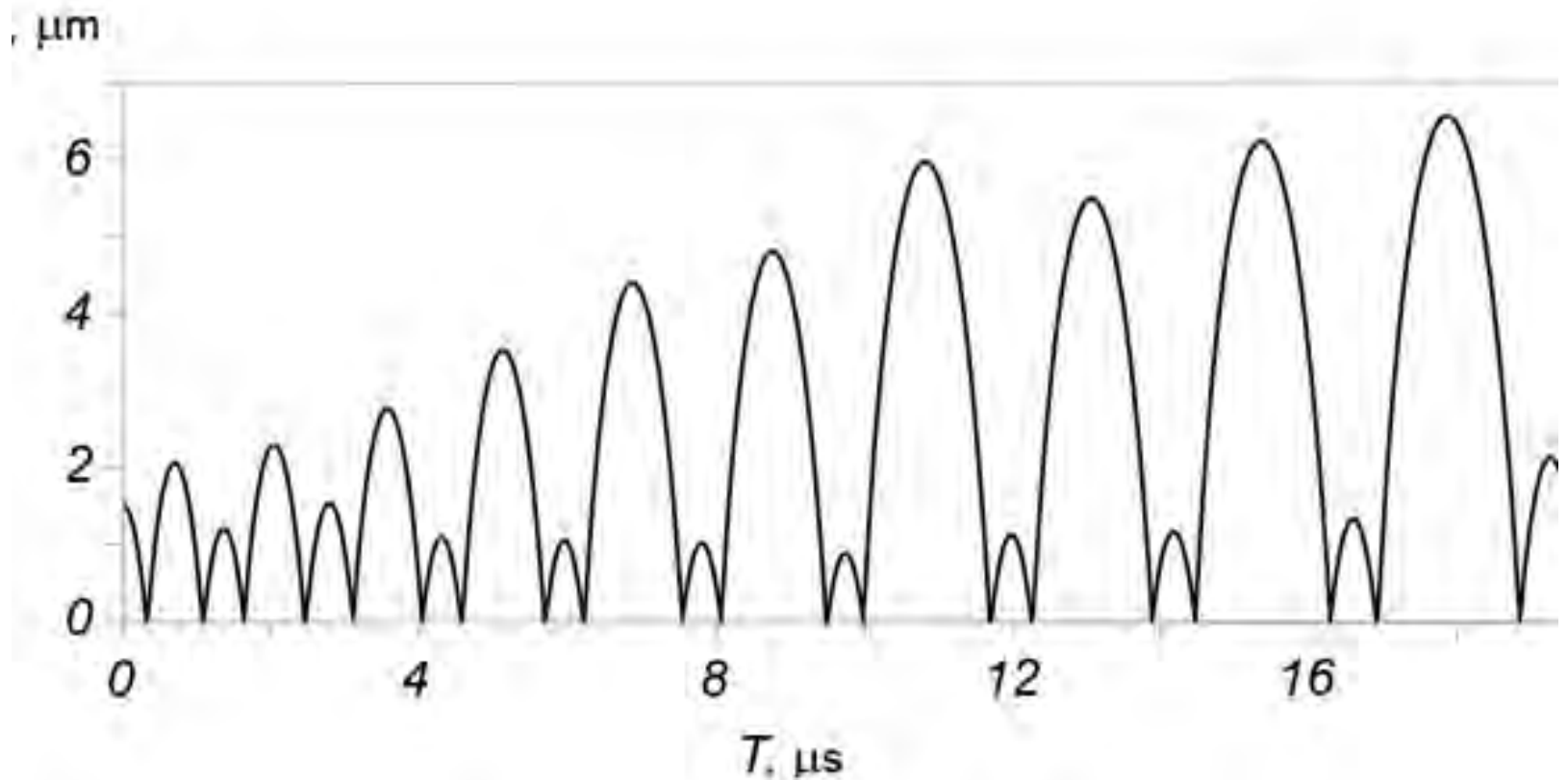
След от удара микромолнии.

Процесс образования следов на фотоплёнках



Процесс образования следов на фотоплёнке

- Кластер радиусом R с зарядом Q и массой M движется к плёнке. От него отделяется маленький кластер с зарядом $q = 0,01 Q$ и массой $m = 0,01 M$, который движется к плёнке. Большой кластер, получив импульс отдачи, начинает двигаться вверх. Поляризованная плёнка притягивает его, поэтому на некоторой высоте его движение останавливается, и он начинает снова падать на плёнку. На той же высоте от него отделяется новый кластер, и процесс повторяется.



Результат расчёта движения
заряженного кластера. $Q = 4/5 \cdot 10^{-12}$ Кл, $D = 4,28 \cdot 10^{-6}$ м.

Процесс образования следов на фотоплёнке

- Движение состоит из коротких и длинных “прыжков”. Когда кластер “падает” с большой высоты, он приобретает большую скорость. На его остановку надо затратить большую часть импульса, приобретённого кластером при испускании малого кластера. В результате кластер начинает двигаться вверх с меньшей скоростью и, соответственно, после этого “падает” с меньшей скоростью.

Симметричные треки

- Кластер с зарядом Q движется горизонтально под действием силы $F_E = QE$ электрического поля E , направленного вдоль плёнки.
- Сила торможения кластера $F_f = (\pi C_D \rho_m R^2 v^2)/2$. Здесь $\rho_m = 1,205$ кг/м³ – плотность воздуха, $C_D = 3,8$, R – радиус кластера, а v – его скорость.

Симметричные треки

- При $F_E = F_f$ скорость $v = (2QE/\pi C_D \rho_m R^2)^{1/2} = A \cdot (QE/R^2)^{1/2}$.
- Это значит, что кластеры с одинаковым параметром Q/R^2 будут двигаться с одинаковой скоростью. В Таблице показаны параметров кластеров, рассчитанные по описанной ранее схеме. Для всех этих кластеров отношение $Q/R^2 = 1$.

Симметричные треки

• Q , Кл	R , м	R^2 , м ²	Q/R^2 , Кл/м ²
• $4.5 \cdot 10^{-14}$	$2.11 \cdot 10^{-7}$	$4.45 \cdot 10^{-14}$	1.01
• $4.5 \cdot 10^{-13}$	$6.70 \cdot 10^{-7}$	$44.89 \cdot 10^{-14}$	1.00
• $4.5 \cdot 10^{-12}$	$2.14 \cdot 10^{-6}$	$4.58 \cdot 10^{-12}$	0.98
• $4.5 \cdot 10^{-11}$	$6.55 \cdot 10^{-6}$	$42.90 \cdot 10^{-12}$	1.05

Эффект Ушеренко

- При столкновении со стальной мишенью потока металлических частиц размером 10-100 мкм, движущихся со скоростью 1-3 км/с, в области вблизи мишени генерируется импульс магнитного поля, а на фотографических плёнках, размещённых на боковой поверхности мишени, появляются прерывистые следы частиц неизвестной природы. Небольшая часть частиц проникает в мишень на большую глубину.

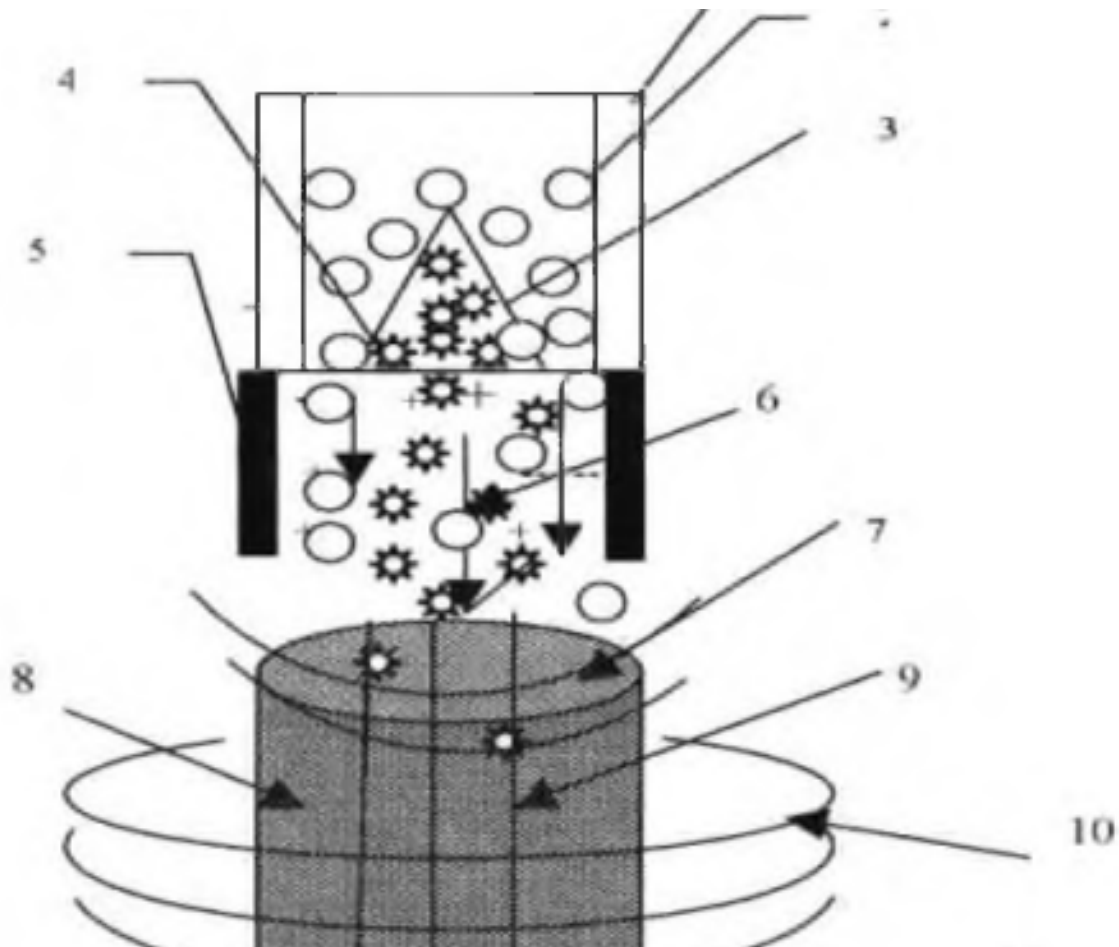


Схема проведения опыта по исследованию действия потока микрочастиц SiC на металлическую мишень.



Треки, образовавшиеся на фотоплёнке, которой был обёрнут цилиндрический образец. Слева – образец из алюминия, справа – образец из стали.

Эффект Ушеренко

- Пусть с мишенью столкнулся титановый шарик радиусом $R = 30$ мкм и массой $5 \cdot 10^{-10}$ кг. При скорости 3000 м/с кинетическая энергия шарика равна $E_c = 2,25 \cdot 10^{-3}$ Дж. При торможении шарика часть его электронов по инерции перейдёт в мишень. Ток, прошедший по мишени, создаст импульс магнитного поля. Определим, какой заряд может приобрести шарик.

- Пусть сначала в мишень перейдёт небольшая порция отрицательного заряда Δq . При этом шарик приобретёт положительный заряд Δq . Работа на перемещение заряда Δq на расстояние от R до ∞ равна $\Delta A_1 = (\Delta q)^2 / 4\pi\epsilon_0 R$. После этого положительный заряд шарика станет равным $2\Delta q$ и работа по отрыву от него нового отрицательного заряда Δq станет равной $\Delta A_2 = (2\Delta q) \cdot (\Delta q) / 4\pi\epsilon_0 R$.

- Работа по отделению n – ного заряда $\Delta A_n = (n \cdot \Delta q) \cdot (\Delta q) / 4\pi\epsilon_0 R$. Полная работа по отрыву n порций заряда (Δq) равна $A = \Sigma(\Delta A_n) = (n^2/2) \cdot (\Delta q)^2 / 4\pi\epsilon_0 R$. Приравняв работу A кинетической энергии шарика E_c , находим величину заряда, приобретённого шариком
- $Q = (n \cdot \Delta q) = (4\pi\epsilon_0 R E_c)^{1/2} = 1,145 \cdot 10^{-9}$ Кл
($7,16 \cdot 10^9$ элементарных зарядов).

- Заряженный шарик радиусом $R = 3 \cdot 10^{-5}$ м притягивается к поверхности стальной мишени с силой
- $F_{\text{ат}} = Q^2/4\pi\epsilon_0 \cdot (2R)^2 = 2,498$ Н, оказывая давление $P = F_{\text{ат}}/\pi R^2 = 884 \cdot 10^6$ Па.
- Предел прочности стали-10 равен $P_t = 330$ МПа. Следовательно, шарик может внедриться внутрь материала мишени. Оказавшись там, шарик будет давить на стенки образовавшегося канала. Сила этого давления – около 440 МПа.

- При внедрении шарика на небольшую глубину на стенках стальной мишени появятся положительные заряды, и возникнет сила, отталкивающая шарик в центр стального цилиндра. Если заряд внедрившегося шарика останется прежним, величина этой силы будет не больше 1 Н. Для создания условий перемещения шарика надо, чтобы сила трения при его движении уменьшилась на много порядков.

- Это, действительно, возможно.
Американский учёный Бриджмен открыл эффект действия “давления со сдвигом”.
Оказалось, что если сильно сжать два диска, а потом повернуть один из них, то из-за разрыва межатомных связей сила трения уменьшается на 10 порядков и становится на 3-4 порядка меньше, чем в жидком металле.

- Можно предположить, что заряженный шарик, слегка сместившись под действием слабой электрической силы, начнёт двигаться в условиях сверхнизкого трения. Он может выйти на поверхность мишени и оставить следы на фотоплёнке.

Микроскопические шаровые молнии и низкоэнергетические ядерные реакции.

- Не исключено, что наблюдаемые неизвестные (непознанные) странные частицы как-то связаны с процессом трансмутации ядер, и даже, может быть, они являются основным агентом, способствующим этим процессам. Если эти частицы имеют свойства микроскопических шаровых молний, то можно предположить, что основным фактором, действующим на вещество, является сильное электрическое поле.

- Согласно наблюдениям (Нестерович, Чижов), “непознанные” частицы могут длительное время находиться внутри твёрдого тела. Напряжённость электрического поля вблизи поверхности микроскопической шаровой молнии (многозарядного кластера) может достигать величины $E = 10^{10}$ В/м. Это сравнимо с напряжённостью электрического поля внутри атома.

- Если кластер имеет отрицательный заряд, то его внедрение может привести к “отталкиванию” электронного облака атома кристаллической решётки и вызвать “оголение” ядра. Что может произойти за долгое время существования такого состояния, сказать невозможно. В природе есть процессы, которые происходят путём каскада мелких (малоэнергетичных) шагов.

- Самый яркий пример этого – поглощение двух “красных” квантов хлорофиллом растений. Многоатомную молекулу (например, SF_6) можно заставить диссоциировать путём последовательного поглощения квантов излучения CO_2 -лазера (с энергией 0,11 эВ, энергия диссоциации равна 2 эВ).

- В последние годы доказано, что в процессах ядерных превращений участвуют не только ядра, но и электроны атомов. Вполне возможно, что какую-то роль в этом играет вся кристаллическая решётка. Например, в эффекте Мёссбауэра импульс отдачи ядра передаётся всей решётке.

- В природе есть процессы, на первый взгляд, малозначащие. Однако при определённых обстоятельствах они становятся решающими. Воздух светится только из-за неоднородности концентрации молекул, а движение атома, в области размером меньше длины волны, не приводит к доплеровскому уширению спектра его излучения.

Выводы

- 1. Построена принципиальная модель шаровой молнии, охватывающая диапазон размеров от микроскопических “непознанных странных частиц” до “неопознанных летающих объектов”.
- 2. Согласно этой модели шаровая молния представляет собой униполярно заряженный электрод атмосферного электрического конденсатора.

Выводы

- 3. Существуют два типа шаровых молний — с пассивным ядром из ионов и с активным энергетическим ядром из “динамических электрических конденсаторов”.
- 4. Кулоновское расталкивание зарядов в ядре сдерживается силой сжатия поляризованной оболочки.

Выводы

- 5. Модель “микроскопической” шаровой молнии (многозарядного кластера) способна объяснить известные свойства “странных” частиц.
- 6. Сильное электрическое поле вблизи “многозарядного кластера” может быть фактором, способствующим протеканию ядерных реакций.



Александр Руслан Никитин, доктор физико-математических наук, в 1967 году окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. С 1967 по 1974 год работал в Ленинградском институте СВЧ им. Л.А. Вольского. Провел работы в области и исследования природы излучения радиоизотопов и исследование природы излучения радиоизотопов и исследование природы излучения радиоизотопов. В 1974 году работал в Институте космических исследований РАН. Занимался исследованием природы радиации космоса ультра и короткой светового диапазона. В 1980 году продолжил работу в области ядерной физики в виде академической командировки, занимаясь изучением физических процессов в тонких слоях металлов. Преподавал физику на кафедре физики в МГУ. В 1988 году был избран секретарем Международного комитета по исследованию ядерной энергии.



А.И. Никитин **Моя шаровая молния**

